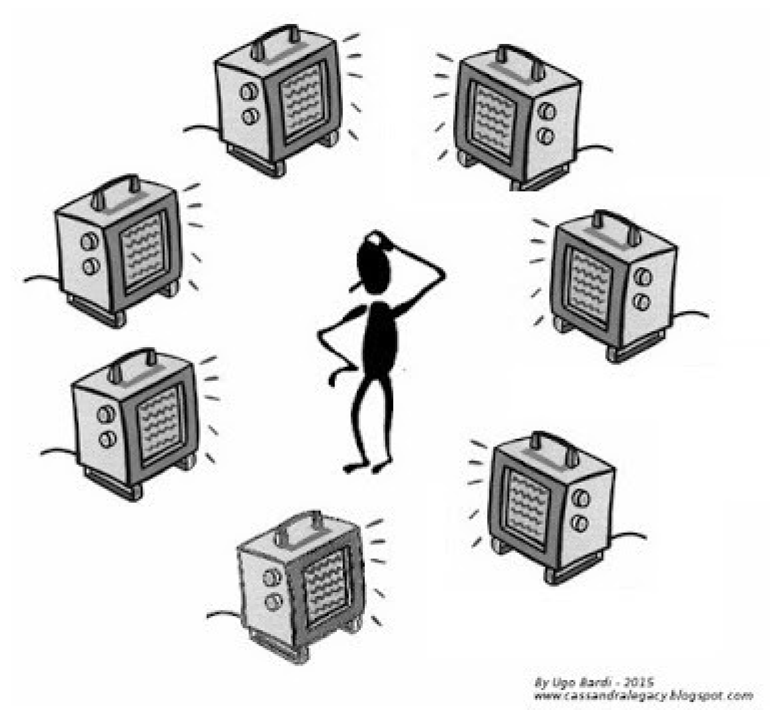
Lunes, 7 de septiembre de 2015.

Calentamiento global. Exactamente, ¿cuánto calor?

Post por Hugo Bardi

http://cassandralegacy.blogspot.com.es/2015/09/global-warming-how-much-heat-exactly.html



A menudo es difícil darse cuenta de lo qué le estamos haciendo a nuestro planeta. Sin embargo, un sencillo cálculo nos muestra que el efecto invernadero generado por los combustibles fósiles equivale a encender más de un millar de estufas eléctricas de 1 Kw por cada ser humano en la Tierra.¡Y no podemos apagarlas!

Si echas un vistazo al modo en que los climatólogos describen el calentamiento global, verás que usan muchas veces la palabra "forcing", para designar el efecto adicional de las actividades humanas sobre el calentamiento natural producido por el sol. No todos los fenómenos aumentan la temperatura (algunos tienden a reducirla, como las partículas en suspensión presentes en la atmósfera). El resultado global se denomina desequilibrio o "net forcing". Se podría asimilar el "forcing" a intentar desplazarse a alguien que no quiere moverse del sitio; si quien empuja es más fuerte, la fuerza neta resultante hará que la persona a quien se empuja se mueva. En el caso del clima, las fuerzas que provocan el calentamiento son más poderosas que las tendentes al enfriamiento, por lo que el resultado neto es un aumento de la temperatura.

Nota del traductor: La palabra "forcing" no tIene una traducción fácil al castellano; significaría algo así como forzamiento o coacción. En esta traducción, me tomo la libertad de traducir "forcing" por "tiranía".

A medida que se continúen emitiendo CO_2 y otros gases a la atmósfera, la tiranía del invernadero aumenta, como puede verse en la figura siguiente:

13422 J. Hansen et al.: Earth's energy imbalance and implications

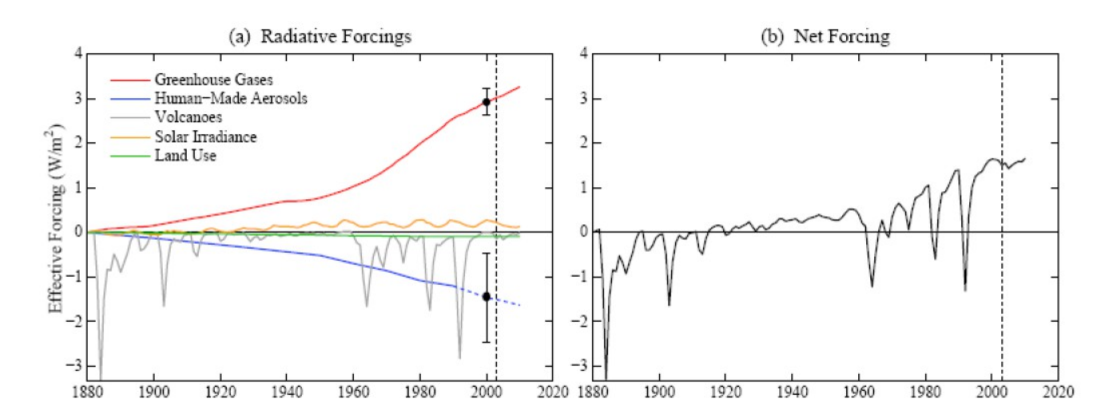
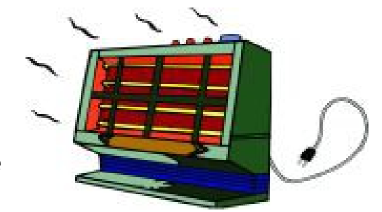


Fig. 1. Climate forcings employed in this paper. Forcings through 2003 (vertical line) are the same as used by Hansen et al. (2007), except the tropospheric aerosol forcing after 1990 is approximated as −0.5 times the GHG forcing. Aerosol forcing includes all aerosol effects, including indirect effects on clouds and snow albedo. GHGs include O_3 and stratospheric H_2O, in addition to well-mixed GHGs. These data are available at http://www.columbia.edu/~mhs119/EnergyImbalance/Imbalance.Fig01.txt.

En esta figura, las tiranías se miden en W/m^2 (vatios por metro cuadrado), como se suele hacer en climatología. Por desgracia, es una medida que no arroja una medida conveniente sobre la magnitud de lo que le estamos haciendo a nuestro planea. Unos pocos vatios por metro cuadrado equivalen a una bombilla de Navidad y eso no parece preocupante. Pero si tienes en cuenta la superficie de todo el plantea (510 millones de km^2), la tiranía global es gigantesca. A partir de la figura de Hansen se puede calcular que la tiranía de los gases de efecto invernadero es del orden de 1.500 TW (teravatios o un billón, europeo, de vatios; 10^{12} W). Estos números varían según qué factores se consideren; por ejemplo, Zhang y Caldeira (2015) consideran el efecto único del CO^2 y calculan una tiranía de 1,57 W/m^2 lo que son unos 800 TW. (para más datos, consúltense los trabajos de Steve Easterbrook, Sana Nuccitelli et al.*)

En cualquier caso, estamos hablando de magnitudes enormes, de cientos de TW. Por comparación, piénsese que la energía primaria total generada al quemar combustibles fósiles es de 15 TW, y casi toda ella se transforma en calor. Entonces, el calentamiento del efecto invernadero es de una a dos órdenes de magnitud mayor. Podemos compararlo también con la irradiación total que alcanza la superficie terrestre (aproximadamente 90.000 TW (Szargut 2003). El efecto del sol es mucho mayor que el de la actividad humana, pero no es tan grande como para que esta última pueda considerarse insignificante. Por ello, no es sorprendente que las actividades humanas originen un aumento detectable del calentamiento en todo el planeta.

Nótese también que hemos estado discutiendo tan solo el efecto momentáneo de la tiranía, pero mientras que el calor generado por la combustión de los combustibles fósiles se disipa rápidamente, el CO_2 permanece en la atmósfera mucho tiempo, durante décadas, siglos o incluso más (Archer, 2005). Este CO_2 continuará calentando la atmósfera, originando un efecto total que Zhang y Caldeira (2015) han estimado en aproximadamente 100.000 veces mayor que el efecto térmico directo de su propia combustión.



Ahora podemos intentar visualizar estas cantidades comparándolas con algo que nos resulte familiar. Para hacernos una idea, tomemos la cantidad calculada en el trabajo de Zheng y Caldeira de unos 800 TW causados sólo por el CO_2. Este número equivale a **800.000 millones de estufas eléctricas de 1 kW encendidas al mismo tiempo**.

Si somos más de 7.000 millones de seres humanos, podemos pensar que la tiranía del CO_2 es equivalente a que **cada ser humano de la Tierra mantuviese encendidas cien estufas eléctricas**. La tiranía neta (calor real que se añade a la atmósfera) es menor, pero el escenario global no varía: podemos verlo como el de unos 250-400 miles de millones de estufas, unas cincuenta por cada persona. Y si queremos que el número de estufas sea proporcional al consumo de energía, a las personas de los países ricos del mundo occidental les corresponderían muchísimas más. Imagine que usted y todos sus vecinos tienen continuamente en las paredes de sus casas cientos de estufas encendidas a toda potencia y se hará una idea de lo que le estamos haciendo a nuestro planeta.

Así pues, hemos encendido el calentador, y justo ahora descubrimos que no podemos apagarlo, (al menos no es tan sencillo como apagar una estufita). Lo mejor que podemos hacer, para el futuro, es evitar añadir muchas más estufas a la que ya están encendidas. Aunque ello parezca enormemente difícil, al menos tenemos que intentarlo.

*: *Steve Easterbrook, Dana Nuccitelli, John Cook, Ben, Michael Tobis, John Abraham, and others. Estos autores han intentado otros símiles para que nos demos cuenta del calor total generado, por la actividad humana, y señalan cuatro bombas de Hiroshima detonadas por segundo. Espectacular, pero probablemente menos intuitivo que las estufas eléctricas (https://4hiroshimas.com/)*

Referencias

Archer, David (2005) Fate of fossil fuel CO 2 in geologic time *Journal of Geophysical Research* vol. 110 (C9) p. C09S05

Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, and K. von Schuckmann, 2011: Earth's energy imbalance and implications. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 13421-13449, doi:10.5194/acp-11-13421-2011.

Szargut, Jan T. 2003. “Anthropogenic and Natural Exergy Losses (exergy Balance of the Earth’s Surface and Atmosphere).” Energy 28 (11): 1047–54. doi:10.1016/S0360-5442(03)00089-6.

Zhang, Xiaochun, Caldeira, Ken, (2015) Time scales and ratios of climate forcing due to thermal versus carbon dioxide emissions from fossil fuels, Geophys. Res. Lett, 42, 11, 1944-8007